

CAMBIOS EN LOS NIVELES DE K Y P DE SUELOS FERTILIZADOS DESPUES DE 12 AÑOS DE PASTOREO CONTINUO. EFECTOS SOBRE LA PASTURA

MIRTA GONZÁLEZ⁽¹⁾; GISELA MORENO⁽¹⁾; H.A.SVARTZ⁽²⁾

Recibido: 09/06/095

Aceptado: 28/11/95

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar en un suelo con pastura natural el efecto residual de la fertilización con P y K sobre un ensayo que se mantuvo con pastoreo continuo. El análisis de suelo revela que hay diferencias significativas en los valores de P y K entre las parcelas con y sin fertilización, mostrando el poder residual de la fertilización aplicada. Se encontró en los pastos un efecto residual del K no así para el P. Esta residualidad del K estaría vinculada a que el fertilizante aplicado haya sido fijado, y posteriormente liberado por los minerales de este suelo. El P no presentó el mismo patrón de fijación.

Palabras clave: potasio, fósforo, fertilización, fijación.

CHANGES IN K AND P LEVELS INFERTILIZED SOILS AFTER 12 Y CARS OF CONTINOUS GRAZING. EFFECTS ON PASTURES

SUMMARY

The aim of this work is to study in a soil with natural grassland the residual effect of P and K fertilization. For the whole study livestock grazed continuously each plot. The soils analysis show that there are significant differences between the plots that had been and those that had not been fertilized. A K residual effect due to fertilization was found in grass. No P residual effect was found in grass. This K residuality could be related to the possibility that the K applied with the fertilizer had been fixed.

Key words: potassium, phosphorus, fertilization, fixation.

INTRODUCCION

En la Argentina, existen zonas claramente identificadas como deficitarias en cuanto al contenido de Potasio y Fósforo en el suelo, como las provincias de Corrientes y Misiones. En Corrientes, en la zona ganadera (Curuzú Cuatiá, Mercedes, Monte Caseros) es normal encontrar valores de Potasio intercambiable del orden de 0,1 cmol kg⁻¹ o menores y de fósforo, valores cercanos a 1 ppm de P extractable. Estos valores se deben probablemente a la deficiencia en el material original y a altos valores de fijación de los materiales del suelo.

La ganadería extensiva de cría es la principal

actividad en el centro de la provincia de Corrientes, y las praderas naturales son la principal y casi único recurso forrajero de esta región.

El desarrollo de una agricultura intensiva sustentable, requisito para lograr aumentar la producción agrícola mundial, debe contemplar la aplicación de fertilizantes potásicos (Poss, *et al*, 1991) y fosfóricos para poder devolver al suelo por lo menos la misma cantidad de K que extraen los cultivos. Se ha comprobado que las diferentes dosis de aplicación de fertilizantes de K y P en pasturas naturales producen cambios en la calidad y cantidad en los rendimientos, incrementando el

⁽¹⁾Departamento de Suelos. ⁽²⁾Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, U.B.A. Avda. San Martín, 4453 (1417). Buenos Aires

rendimiento total de la pastura y el aumento porcentual de K y P en la materia seca (Krynski, 1989).

Las pasturas extraen P y gran cantidad de K para su desarrollo, por lo tanto la cantidad de K y P que queda en el suelo está íntimamente relacionada a la producción de materia seca que vuelve al suelo (Cripps *et al*, 1989). Esto se vincula con el sistema radicular más denso y profuso de las pasturas que otros sistemas, que hace posible extraer P y K de las formas solubles e intercambiables del suelo (Robinson, 1985).

Esta posibilidad del P y K de pasar a formas más aprovechables por las pasturas es un proceso rápido e instantáneo que depende de factores tales como, la mineralogía del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, del porcentaje de arcilla, del poder tampón y del consumo de la pastura (Sparks y Liebhardt, 1981; Sharpley, 1990; Grimme, 1982; Havlin y Wesfall, 1985; Zubillaga y Conti, 1995; Conti *et al*, 1995).

En un sistema de producción de pastura bajo carga animal, sin aporte de fertilizante y con un suelo con alto contenido de arcillas, el balance puede estar definido principalmente por el P y K que es exportado en el pastoreo y su retorno por deyecciones. Esto trae como consecuencia una disminución del contenido de P y K en el suelo, sobre todo la forma soluble e intercambiable que son las más importantes para la producción del material verde.

La práctica de la fertilización trae un nuevo equilibrio al sistema exportador provocado por el pastoreo, que tendrá vigencia durante un período de tiempo determinado por su acción residual. Por su ciclo biogeoquímico el K y P deberán presentar distinta acción residual; siendo más acentuada esta característica en el caso del K.

El objetivo fue determinar el grado de residualidad de la fertilización con P y K en un suelo Argiudol Acuíco de Corrientes y la influencia sobre la pastura conducida en pastoreo directo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria de Mercedes (Corrientes) INTA sobre un suelo clasificado como Argiudol Acuíco.

Características del suelo

Arcilla	20,0 %
Limo	27,0 %
Areña	52,6 %
Clase textural: Franco Arcilloso-Arenoso.	
CIC	14,43 cmolc kg ⁻¹
Ki	0,12 cmolc kg ⁻¹
pH	5,9
M.O	2,46 %
P	1,6 ppm

Se trabajó sobre pastura natural destinadas a pastoreo directo.

Se realizaron fertilizaciones de 100 kg de superfosfato ha⁻¹ y 100 kg de KCl ha⁻¹ en los primeros 4 años. Se tomó como variante la carga animal, considerando 3 intensidades: 0,80, 1,06 y 1,33 nov ha⁻¹ año⁻¹, que determinaron distinta velocidad de extracción de los elementos incorporados.

El diseño experimental utilizado fue de 6 tratamientos que se distribuyeron al azar con tres repeticiones, totalizando 18 potreros.

Tratamientos

Suelo sin fertilizar: carga animal baja (0,80 nov ha⁻¹ año⁻¹)

carga animal media (1,06 nov ha⁻¹ año⁻¹)

carga animal alta (1,33 nov ha⁻¹ año⁻¹)

Suelo fertilizado: carga animal baja (0,80 nov ha⁻¹ año⁻¹)

carga animal media (1,06 nov ha⁻¹ año⁻¹)

carga animal alta (1,33 nov ha⁻¹ año⁻¹)

Se realizó pastoreo continuo durante los últimos 12 años. El consumo de la pastura fue sin restricción y a voluntad.

Las fertilizaciones se realizaron desde 1980 hasta 1983 (del primer al cuarto año de iniciado el ensayo) no repitiéndose posteriormente y manteniendo el pastoreo continuo a lo largo de todo el experimento hasta el momento de toma de muestras (1993). Las principales componentes de la pastura natural donde se realizó el ensayo fueron: *Paspalum*, *Andropogon*, *Botriochloa*, *Schizachyrium* y *Sporobolus*.

Métodos analíticos utilizados

En suelo:

- P total por disgregación húmeda. (Black, 1965)
- K total por disgregación húmeda. (Black, 1965)
- P extractable por Bray y Kurtz n° I
- K intercambiable, con Acetato de Amonio 1 N pH 7.

En planta: Las muestras de pasto fueron secadas en estufa a 75°C durante 72 hs hasta constancia de peso. Posteriormente se procedió al molido y digestión con ácido perclórico y ácido nítrico determinándose P y K en el digesto (Black *et al.*, 1965).

El tratamiento estadístico dado a los resultados consistió en realizar correlaciones y funciones, ANVA y se compararon las medias por el test de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se encontraron diferencias significativas al nivel del 1% entre los valores de P y K, en el suelo de las parcelas mantenidas con distinta carga animal. Este resultado fue debido a que el forraje ofrecido a los animales, aún en las menores cargas, no alcanzaba a satisfacer la demanda, manteniéndose en todos los tratamientos un consumo total del mismo. Como resultado de esto, se observó una disminución del peso unitario de los animales, siendo más acentuada en la medida que aumentaba la carga (Royo Pallarés *et al.*, 1986).

Debido a este resultado, se siguió el análisis

considerando sólo los tratamientos de suelo fertilizado y no fertilizado. La influencia de la fertilización produce diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,01$) en las formas de K y P asimilable en el suelo entre las parcelas con y sin fertilización (cuadro N° 1. A), no así en sus valores totales. Los valores de K total para la serie Mercedes son de 1.130 ppm y para P total 208 ppm. No se presentan diferencias entre tratamientos.

En el caso del P asimilable, los suelos que recibieron fertilización, son porcentualmente superiores a los no fertilizados en un 78%, a pesar de ello, los valores son extremadamente bajos, siendo muy inferiores a los límites críticos de deficiencia en pasturas (10-12 ppm) (Berardo, 1976).

En el caso del K los valores también se mantienen debajo de los internacionalmente aceptados como críticos (100ppm), presentándose en las parcelas que fueron fertilizadas un 28% más de K que en las no fertilizadas.

En el cuadro N° 1.B se presenta el efecto residual de la fertilización en los pastos. Los valores de P encontrados son bajos y el efecto residual de la fertilización en los suelos no se manifestó.

En relación al K, se encuentran diferencias significativas ($P < 0,01$) entre los pastos de las parcelas fertilizadas con K y las no fertilizadas. Este comportamiento diferencial del K, probablemente se deba a su natural movilización de formas menos lábiles (fijado o estructural) hacia las más lábiles en

Cuadro N° 1: Valores medios (X), comparaciones de medias (Test de Tukey), de potasio y fósforo en suelos y pastos

N° datos	fertiliz.	K	DS	SE	P	DS	SE
A) Suelos		ppm			ppm		
27	si	61,56	15,91	a	2,94	0,67	c
27	no	48,11	6,79	b	1,65	0,63	d
B) Pastos		K %			P %		
27	si	1,090	0,12	a	0,143	0,019	c
27	no	0,882	0,23	b	0,147	0,017	c

NOTA: (DS) Desvío Estándar; Significado Estadístico (SE) = letras iguales significan diferencias no significativas entre medias (Test de Tuckey).

Cuadro N° 2: Correlaciones de los contenidos de potasio y fósforo en suelo y pastos

Muestra	N° datos	R	Función
A) Totales K	54	0,46**	$K_{\text{pasto}} = 0,56 + 0,007 K_{\text{suelo}}$
fert. K	27	0,0618	$K_{\text{pasto}} = 1,2 - 0,00097 K_{\text{suelo}}$
no ferti. K	27	0,0960	$K_{\text{pasto}} = 0,24 - 0,0116 K_{\text{suelo}}$
Totales P	54	0,55**	$PP_{\text{planta}} = 0,17 - 0,011 P_{\text{suelo}}$
fert. P	27	0,1010	$PP_{\text{pasto}} = 0,15 - 0,0071 P_{\text{suelo}}$
no fert. P	27	0,2690	$PP_{\text{pasto}} = 0,18 - 0,0199 P_{\text{suelo}}$
B) Pasto K-P			
Suelo fert.	27	0,0299	$K_{\text{pasto}} = 0,85 + 1,79 PP_{\text{pasto}}$
S. no fert.	27	0,0972	$K_{\text{pasto}} = 0,26 + 4,19 PP_{\text{pasto}}$

** ($p < 0,001$)

los momentos de gran demanda de las pasturas. El fenómeno estaría vinculado al alto porcentaje de la fracción arcilla del suelo (Zubillaga *et al*, 1995). Estas condiciones favorecen la fijación potásica del fertilizante, siendo responsable en la reposición de las formas lábiles consumidas por las pasturas.

Con el fin de determinar el grado de responsabilidad del P y del K del suelo sobre el contenido de los pastos, se realizó un análisis de regresión (cuadro N° 2). Se evidencia correlación con significancia estadística entre los contenidos de P y K en suelos y pastos, mostrando la influencia de estos elementos del suelo en la nutrición vegetal.

Este comportamiento está ligado al efecto residual de la fertilización ya que no hay relación entre los valores de suelos y de pastos dentro de cada uno de los tratamientos. En el análisis de las parcelas fertilizadas y no fertilizadas por separado, no se presentaron asociaciones entre los valores de P y K del suelo y de pastos, indicando que las pequeñas variaciones encontradas en el forraje dentro de cada tratamiento, responden sólo a causas aleatorias dependientes de otros factores.

En trabajos realizados por Pizzio *et al* (1986) sobre este ensayo mejorando la pradera natural y viendo la disponibilidad de forraje durante los primeros tres años, encontraron que la fertilización incrementó la disponibilidad de materia seca por ha. en un 25%. De la misma manera se encontra-

ron diferencias en el contenido de proteína bruta, P y K en pastos de parcelas fertilizadas (Mufarregue *et al*, 1988) al cabo de 4 años.

Tampoco resultaron asociados los contenidos de P y K de los pastos en ninguno de los tratamientos (cuadro N° 2 B), mostrando independencia entre la absorción de ambos nutrientes.

De lo expuesto anteriormente surge que este suelo tendría importante capacidad para fijar K del fertilizante. Esto se manifiesta en su liberación posterior que explicaría el mayor contenido de K que presentan las pasturas de las parcelas que recibieron fertilización.

González *et al* (1995) estudiaron la relación cinética entre la fijación y liberación de K en el mismo suelo y calcularon el Índice de Residualidad "B" (Karpinets *et al*, 1993). Teniendo en cuenta que las plantas se nutren no sólo del K int. sino también del K fijo, unido a sitios de fuerte retención, el valor B reflejó una fuente de nutrición potásica futura de estos suelos, llegando así a poder predecir el K intercambiable futuro ante un agregado de fertilizante. Los autores llegaron a la conclusión que el fertilizante se ubica primero cubriendo las formas de K no int. y posteriormente las lábiles, además el suelo demostró un poder residual constante en relación a las dosis agregadas. Este fenómeno fue estudiado también por De la Horra (1990) para suelos de esta zona. Ella

observó que el mayor aporte proviene de la reserva, posiblemente debido a los bajos niveles iniciales de las formas lábiles presentando una lenta cinética de liberación. Esta afirmación coincide con lo encontrado en este trabajo.

Se puede concluir que el suelo Argiudol Acuico de Corrientes por sus características edáficas mantiene la acción residual de la fertilización K, produciendo una mayor absorción de K por parte de la pradera natural. Este efecto probablemente esté ligado a la presencia de arcillas.

En este sentido hay trabajos (Zubillaga y Conti, 1994) que avalan que el K no int. es afectado principalmente por el contenido de los minerales primarios de cada una de las fracciones texturales, o sea que depende de la riqueza potásica de cada fracción textural. En cambio, la dinámica del K int. está ligada a las características texturales de los suelos en primer lugar y a las características mineralógicas en segundo lugar.

En el caso de fertilización fosforada no se manifiesta este fenómeno de residualidad en pasturas, a pesar de manifestar una correlación positiva entre el P del suelo y el P de los pastos.

CONCLUSIONES

1. No se encontraron cambios en los valores totales de P y K.
2. El efecto residual de la fertilización se pone de manifiesto en las diferencias encontradas de las formas asimilables en los valores de P extractable y K intercambiable de los suelos con y sin agregados de fertilizantes.
3. Los datos de P y K del suelo en ambas situaciones son bajos. Se observó que el K está próximo al umbral crítico de la deficiencia, mientras que el P se encuentra muy por debajo del mismo.
4. No se encontraron diferencias en el contenido de P en las pasturas con y sin fertilización. En el K la concentración encontrada es mayor en los pastos de las parcelas fertilizadas que en las que no lo son.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los anónimos revisores del trabajo que a través de sus sugerencias han colaborado en mejorar su desarrollo y presentación.

BIBLIOGRAFIA

- **BERARDO, A.** 1976. Método de diagnóstico para la fertilización fosfatada de pasturas en los suelos del sudeste bonaerense. *IDIA Suplemento* N° 33:337-351.
- **BLACK, C.A.** 1965. Methods of Soil Analysis, part 2. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin. *Agronomy Series* 9.
- **CONTI, M.E.; A.M. DE LA HORRA; M.G.GONZÁLEZ; y A.MARCHI.** 1995. Velocidad de liberación de potasio en suelos fertilizados en las series Marcos Juárez y 9 de Julio. *Rev.Ciencia del Suelo*.13(2): 76-79.
- **CRIPPS, R.W.; J.L.YOUNG and A.T.LEONARD.** 1989. Effects of potassium and lime applied for coastal bermudagrass production on Sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 127-132.
- **DE LA HORRA, A.M.** 1990. Regimen de Potasio en suelos agrícolas de la República Argentina. Tesis EPG FAUBA para Magister Scientiae en Ciencias del Suelo.
- **GONZALEZ, M.G.; G.B. MORENO; D.E. EFFRON y M.E.CONTI.** 1995. Relación entre fijación y liberación de K aplicado como fertilizante en un Argiudol Acuico de Mercedes, Corrientes. Presentado en el XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, La Pampa.
- **GRIMME, H.** 1982. K desorption in an external electric field as related to clay content. *Plant and soil* 64: 49-54
- **HAYLIN, J.L. and D.G. WESTFALL.** 1985. Potassium release Kinetics and plant response in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 366-370.
- **KARPINETS, T.W.** 1993. Estimation of K fixation and release in soils by two consecutive extractions. In *Potash Review*, N° 1 p. 29-33.

- **KRYNSKI, K.** 1989. Changes in grassland sward caused by different levels of phosphate and potassium fertilization, after 5 years of application. *Proceeding of XVI International Grassland Congress*. France; Association Françoise pour la Production Fourragère, 1989, 79-80.
- **MUFARREGE, D.J.; G.R. SOMMA DE FERÉ y E.P. OCAMPO**, 1988. Mejoramiento y carga animal en una pradera natural del centro de la prov. de Corrientes. 4. Composición química de la materia seca disponible. *Rev. Arg. Prod. Animal*, 8 (4): 307-315.
- **PIZZIO, R.M.; C.A. BENÍTEZ; J.G. FERNÁNDEZ y O. ROYO PALLARÉS**, 1986. Mejoramiento y carga animal en una pradera natural del centro de la provincia de Corrientes. 1. Disponibilidad de forraje. *Rev. Arg. Prod. Animal*, 6 (7-8): 437-449.
- **POSS, R.; J.C. FARDEAU; H. SARAGONI and P. QUANTIN**, 1991. Potassium release and fixation in Ferralsols (Oxisols) from Southern Togo. *Journal of Soil Science*, 42: 649-660.
- **ROBINSON, D.L.** 1985. Potassium Nutrition of Forage Grasses. Potassium in Agriculture. Chapter 38, pp: 893-912.
- **ROYO PALLARÉS, O.; A.J. MUFARREGE; R.M. PIZZIO; E.P. OCAMPO; C.A. BENÍTEZ y J.G. FERNÁNDEZ**, 1986. Mejoramiento y carga animal en una pradera natural del centro de la Provincia de Corrientes. 2. Producción animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6: 451-459.
- **SHARPLEY, A.N.** 1990. Reaction of fertilizer potassium in soils of differing mineralogy. *Soil. Sci.* 149 (1) : 44-51.
- **SPARKS, D.L.; and W. C. LIEBHARDT**. 1981. Effect of long-term lime and potassium applications on quality-intensity (Q/I) relationships in sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 786-790.
- **ZUBILLAGA, M.M and M.E. CONTI**. 1994. Importance of the textural fractions and its mineralogic characteristics in the potassium contents of several different argentine soils. *Comm. in Soil Sc. and Plant Anal.* 24: 479-487.
- **ZUBILLAGA, M.M. and M.E. CONTI**. 1995. Availability of exchangeable and non-exchangeable K in Argentine Soils with different mineralogy. *Soil Science and Plant Nutrition* 158.